

**KADAR FOSFOR DAUN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)
DAN KORELASINYA DENGAN FOSFOR TANAH TERSEDIA
DARI BEBERAPA METODE EKSTRAKSI**

***Phosphorus Contents of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) Leaves and Their Correlation
with Availability of Soil Phosphorus Extracted through Several Methods***

A. ARIVIN RIVAIE

**Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung
Jalan ZA. Pagar Alam 1A Rajabasa, Bandar Lampung 35145**

e-mail: arivinrivaie@yahoo.com

(Diterima: 30-12-2013 ; Direvisi: 4-8-2014 ; Disetujui: 1-9-2014)

ABSTRAK

Percobaan untuk mengetahui kesesuaian beberapa metoda uji P tanah untuk tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dan pengaruh berbagai dosis pupuk P terhadap kadar P daun dan berat kering tanaman terhadap jarak pagar telah dilakukan pada tanah Ultisol Citayam, Bogor. Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri Pakuwon, Jawa Barat, dari bulan September 2006 sampai Juni 2007. Perlakuan terdiri atas dosis P (SP-36), yaitu 0, 50, 100, dan 150 mg P₂O₅/kg tanah, yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar P daun dan berat kering tanaman jarak pagar meningkat sejalan dengan dosis pupuk P yang diberikan. Peningkatan dosis pupuk P juga diikuti oleh peningkatan kadar P tanah yang diekstraksi dengan metoda Olsen-P, Bray-1 P, dan HCl 25%. Nilai-nilai kadar P tanah tersedia yang diukur dengan ketiga metoda uji P tanah tersebut mempunyai hubungan yang nyata dengan kadar P daun jarak pagar. Koefisien determinasi (R²) tertinggi ditunjukkan oleh persamaan regresi dari nilai-nilai P tanah dengan metoda Bray-1 P (R² = 0.92) dibandingkan dengan metoda Olsen-P dan HCl 25%, yang menunjukkan bahwa metoda uji tanah Bray-1 P lebih sesuai untuk penyusunan rekomendasi pemupukan P untuk tanaman jarak pagar di tanah Ultisol.

Kata kunci: *Jatropha curcas* L., P daun, metode uji P tanah, hubungan antara P daun dan P tanah

ABSTRACT

A study was conducted to compare the suitability of several soil P test methods for physic nut (*Jatropha curcas* L.) and to determine the effect of various doses of P fertilizer on the leaf P content and the plant dry matter on Ultisol Citayam, Bogor. The experiments were carried out in a glasshouse from September 2006 up to July 2007. The employed treatments, namely 0, 50, 100, and 150 mg P₂O₅/kg soil (in form of SP-36), were arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with four replications. The results showed that the leaf P content and plant dry matter of physic nut on Ultisol increased in line with increasing doses of P fertilizer applied. Increase of P fertilizer P rates was also followed by the increase of soil P concentrations extracted by the three soil P test methods (Olsen-P, Bray-1 P, and HCl 25%). The values of available soil P concentrations measured by the three soil P test methods had significant relationships with leaf P contents. The highest coefficient of determination (R²) showed by the regression equation of available soil P concentration measured by the Bray-1 P (R² = 0.92) compared to those measured by the

Olsen-P and HCl 25% methods, indicated that the Bray-1 P method is likely more suitable to be used in establishing P fertilizer recommendations for the physic nut in Ultisol.

Key words: *Jatropha curcas* L., leaf P, soil P test methods, relationship between soil P and leaf P contents

PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun terakhir ini, tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) banyak mendapat perhatian, khususnya di beberapa negara Afrika, India, dan Brazil untuk produksi biodiesel (COLIN dan JIMÉNEZ, 2009; BALOTA *et al.*, 2011; BEHERA *et al.*, 2010; BISWAS *et al.*, 2010; DO AMARAL *et al.*, 2012). Di Indonesia, tanaman ini biasanya hanya ditanam sebagai pembatas atau di sepanjang tepi jalan dan belum banyak dibudidayakan (PUSLIT-BANGBUN, 2006). Namun, tanaman tersebut menghasilkan biji yang mempunyai potensi untuk menghasilkan bahan baku biodiesel. Oleh sebab itu, diharapkan sistem produksi jarak pagar dapat dikembangkan. Pengembangan sistem produksi jarak pagar yang berkelanjutan perlu didukung pula oleh tersedianya berbagai inovasi komponen teknologi pemupukan yang efisien dan berdaya guna, antara lain teknologi pemupukan P (phosphor).

Unsur P bersama dan K merupakan unsur-unsur hara yang sangat penting dan vital bagi pertumbuhan tanaman dalam sistem produksi pertanian dan ketahanan pangan dunia (VANCE *et al.*, 2003; RADERSMA dan GRIERSON, 2004; ULRICH *et al.*, 2009) karena fungsinya tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya dalam proses fisiologi dan biokimia (SYERS *et al.*, 2008). Semua tanaman membutuhkan jumlah P yang cukup sejak awal pertumbuhan sampai umur berproduksi (GRANT *et al.*, 2001). Khusus pada tanaman penghasil biji-bijian, seperti jarak pagar, hara P sangat penting peranannya dalam menentukan tingkat

produksi tanaman (NORRISH dan ROSSER, 1983; MOSALI *et al.*, 2006; OWOLADE *et al.*, 2006; PELTONEN-SAINIO *et al.*, 2006; ZEIDAN, 2007), sehingga pemupukan P merupakan komponen kunci dalam memaksimalkan produksi biji jarak.

Tanaman menyerap unsur P yang tersedia dari larutan tanah secara langsung dalam bentuk ion H_2PO_4^- atau HPO_4^{2-} (ANDERSON, 1980). Penyebab rendahnya ketersediaan ion-ion tersebut bagi tanaman pada tanah-tanah di daerah tropis adalah karena terbentuknya unsur P menjadi senyawa-senyawa kompleks yang tidak larut dengan unsur Fe dan Al (PRASETYO dan SURIADIKARTA, 2006; CONDRON dan NEWMAN, 2011; WRIGHT *et al.*, 2011; OLADIRAN *et al.*, 2012).

Sebagai bagian tanaman yang sangat aktif, daun merupakan tempat menyimpan karbohidrat dan berbagai mineral. Status mineral daun tidak hanya mempengaruhi proses fotosintesis, tetapi juga menggambarkan status hara pada tanaman (MOONEY *et al.*, 1991). Penggunaan daun dalam analisis status hara merupakan salah satu cara yang baik dalam rangka aplikasi pemupukan yang berdasarkan kebutuhan hara tanaman. Hasil analisis terhadap daun untuk unsur hara tertentu mampu merefleksikan ketersediaan hara tersebut di dalam tanah, selain dapat digunakan untuk menghitung jumlah hara yang terangkut (MOONEY *et al.*, 1991), sehingga hasil analisis terhadap daun merupakan petunjuk yang berguna untuk praktik pemupukan yang lebih efisien dan ekonomis.

Berbagai metode uji P tanah yang ada saat ini dapat digunakan untuk menilai status hara P dalam tanah. Pengujian tanah tersebut merupakan komponen kunci untuk menentukan adanya kebutuhan pemupukan P pada suatu jenis tanaman. Hasil pengujian tanah berguna sebagai petunjuk dalam menentukan dosis rekomendasi pemupukan untuk meningkatkan produksi (DOBERMANN *et al.*, 2002; DANIELS *et al.*, 2008). Petunjuk kesuburan tanah dan rekomendasi pemupukan harus dibangun melalui studi-studi korelasi nilai-nilai hasil uji tanah dan jaringan tanaman. Korelasi uji tanah diperlukan sebagai suatu proses penentuan adanya hubungan antara serapan suatu unsur hara tertentu dengan jumlah unsur hara tersebut yang terekstrak oleh metode uji tanah tertentu (COREY, 1987). Untuk itu, penentuan jenis metode uji unsur hara tertentu yang sesuai untuk jenis tanaman merupakan salah satu langkah awal yang sangat penting dalam penyusunan rekomendasi pemupukannya.

Dalam rangka mendukung penyusunan rekomendasi pemupukan P untuk tanaman jarak pagar, diperlukan informasi yang lebih mendalam tentang respon tanaman dan perubahan P tanah tersedia bagi tanaman akibat pemupukan P pada berbagai dosis. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai dosis pupuk P terhadap kadar P daun jarak pagar dan membandingkan kesesuaian beberapa metode uji P tanah untuk tanaman jarak pagar dalam korelasinya dengan serapan P tanaman sebagai bentuk respon tanaman pada tanah Ultisol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (Balittri) Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, pada bulan September 2006 sampai dengan Juni 2007. Benih jarak pagar yang digunakan adalah benih unggul yang diperoleh dari Kebun Benih Jarak Pagar Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Puslitbangpun) di Pakuwon, Sukabumi. Bibit jarak yang ditanam berumur dua minggu setelah dikecambahkan sebelumnya di persemaian. Penanaman dilakukan dalam pot (satu bibit tiap pot) dengan media tanam adalah tanah jenis Ultisol, yang berasal dari lokasi di bawah vegetasi semak belukar (kesuburan alami) di Desa Citayam, Bogor (10 kg per pot). Tanah diambil dari area 3 m × 3 m dengan kedalaman 10 cm dan dibersihkan dari dahan dan akar. Sebelum diletakkan ke dalam pot, tanah dikeringanginkan dan disaring melewati ayakan kawat berdiameter 5 mm. Seluruh media pot diberi pupuk dasar dengan takaran 100 kg Urea dan 75 kg KCl/ha (PRAWITASARI, 2005). Beberapa sifat kimia dan fisik media tanah disampaikan pada Tabel 1. Pupuk P (SP-36) diberikan ke dalam media pot sebagai perlakuan, yang ditumbuk halus dan diaduk merata dengan media tanah dengan dosis, 0, 50, 100 dan 150 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{kg}$ tanah ($\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$, $\text{BD} = 1 \text{ g/cm}^3$) dan dikombinasikan dengan tiga metode ekstraksi fosfor tanah tersedia, yaitu Olsen P, Bray-1 P, dan HCl 25%. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat ulangan. Setiap unit percobaan terdiri atas 20 tanaman. Pengamatan dilakukan terhadap kadar P daun jarak pagar, biomassa, dan kadar P tanah tersedia yang diekstraksi dengan tiga macam reagent, yaitu Olsen P (NaHCO_3 0,50 N; pH 8,5), Bray-1 P (HCl 0,025 N + NH_4F 0,03 N), dan HCl 25%.

Tabel 1. Sifat kimia dan fisika tanah Ultisol Citayam, Bogor yang digunakan untuk percobaan
 Table 1. Chemical and physical properties of Ultisol Citayam, Bogor used in the trial

Sifat tanah <i>Soil Properties</i>	Nilai <i>Value</i>	Status relatif <i>Relative Level</i>
pH H ₂ O (1:5)	4,8	Masam/ <i>Acid</i>
pH KCl (1:5)	4,6	Masam/ <i>Acid</i>
C-organik/ <i>C-organic</i> (%)	2,2	Sedang/ <i>Moderate</i>
N-total (%)	0,30	Sedang/ <i>Moderate</i>
P-tersedia/ <i>Available P</i> (ppm)	5,7	Rendah/ <i>Low</i>
K-dd (me/100 g)	0,08	Sangat rendah/ <i>Very low</i>
Ca-dd (me/100 g)	3,98	Rendah/ <i>Low</i>
Mg-dd (me/100 g)	1,88	Sedang/ <i>Moderate</i>
KTK (cmol(+)/kg)	14,51	Rendah/ <i>Low</i>
KB (%)	36	Rendah/ <i>Low</i>
Tekstur/ <i>Texture</i>		
– pasir/ <i>sand</i> (%)	10,61	Lempung berpasir/ <i>Sandy loam</i>
– debu/ <i>silt</i> (%)	43,79	
– liat/ <i>clay</i> (%)	45,60	

Pengambilan Contoh Daun

Contoh daun diambil dari daun ke-2 dari pucuk tanaman (RIVAIE *et al.*, 2007) pada bulan Juni 2007, pada saat hampir lebih dari separuh populasi tanaman menunjukkan tanda-tanda mulai berbunga. Setiap perlakuan dalam satu ulangan diambil contoh daun yang berasal dari 15 sub-contoh daun yang dijadikan satu dalam kantong kertas yang sama. Contoh daun lalu dikeringkan pada suhu 70°C selama 3 (tiga) hari di dalam oven agar bobotnya konstan sebelum dikirim ke Laboratorium Uji Tanah dan Tanaman, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSLPT), Bogor untuk pengukuran kadar P daun.

Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah diambil pada bulan yang sama dengan pengambilan contoh daun (delapan bulan setelah tanam, Juni 2007). Pengambilan contoh tanah dilakukan terhadap setiap unit percobaan yang sama untuk pengambilan contoh daun. Setiap perlakuan dalam satu ulangan diambil contoh tanah yang berasal dari 15 sub-contoh tanah yang dijadikan satu dalam kantong plastik yang sama. Contoh tanah yang sudah dikeringanginkan lalu diayak dengan saringan kawat berdiameter 5 mm, sebelum dikirim ke Laboratorium Uji Tanah dan Tanaman, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSLPT), Bogor untuk pengukuran kadar P tersedia tanah dengan metode Olsen-P, Bray-1 P, dan HCl 25%.

Pengukuran biomassa tanaman dilakukan setelah pengambilan contoh daun dan tanah (delapan bulan setelah tanam) dengan cara memanen tanaman dan memisahkan bagian akar, batang, dan daun menurut masing-masing perlakuan. Setelah akar dibersihkan dengan air, lalu biomassa tanaman dikeringkan di dalam oven pada suhu 65°C selama tiga hari dan ditimbang beratnya.

Data diolah dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk melihat pengaruh antar perlakuan yang diuji pada taraf p 0,05. Nilai-nilai kadar P tanah tersedia masing-masing metode diregresikan dengan nilai kadar P daun jarak pagar. Metode ekstraksi P tanah yang memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) yang nyata dan tertinggi dinyatakan sebagai metode yang sesuai digunakan untuk analisis kadar P tanah tersedia untuk tanaman jarak pagar (STEEL dan TORRIE, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar P Daun dan Bobot Kering Tanaman

Analisis ragam menunjukkan bahwa pemupukan P berpengaruh nyata terhadap kadar P daun dan berat kering tanaman jarak pagar. BALOTA *et al.* (2011), LIMA *et al.* (2011), dan DO AMARAL *et al.* (2012) melaporkan adanya peningkatan kadar P pada daun jarak pagar seiring dengan meningkatnya dosis pupuk P yang diberikan.

Pada umur 8 bulan setelah tanam (BST), pemupukan P menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap bobot kering tanaman. Terdapat perbedaan yang nyata pada bobot kering tanaman antara pemberian dosis pupuk P satu dengan lainnya. Hasil ini sejalan dengan peningkatan kadar P daun tanaman akibat penambahan dosis pupuk P yang diberikan. Peningkatan kadar P daun dan bobot kering tanaman (Tabel 2) berkaitan dengan rendahnya kadar P tersedia pada tanah percobaan (Tabel 1). Berbagai hasil penelitian juga melaporkan adanya respon yang positif dari biomassa tanaman jarak pagar terhadap pemupukan P pada tanah-tanah masam di daerah tropis yang rendah ketersediaannya (MAHARANI, 2006; BALOTA *et al.*, 2011; DO AMARAL *et al.*, 2012).

P Tanah Hasil Ekstraksi Beberapa Metode

Pemberian pupuk P secara nyata berpengaruh terhadap kadar P dalam tanah yang diekstraksi dengan ketiga uji P tanah yang digunakan (Olsen P, Bray-1 P, dan HCl 25%) (Tabel 3). Peningkatan kadar P tanah tersebut juga sebanding dengan pola peningkatan kadar P daun akibat penambahan pupuk P (Tabel 2). DO AMARAL *et al.* (2012) yang menguji tanggap beberapa genotipe tanaman jarak pagar terhadap pemberian beberapa dosis pupuk P juga melaporkan bahwa karena kadar P yang tersedia di dalam tanah rendah, kadar P daun pada semua genotipe tanaman jarak pagar yang diuji meningkat akibat peningkatan dosis pupuk P yang diberikan.

Tabel 2. Kadar P daun dan berat kering tanaman jarak pagar pada berbagai taraf pemupukan P

Table 2. Leaf P content and dry matter yield of physic nut at various rates of P fertilization

Pupuk P P Fertilizer (mg P ₂ O ₅ /kg)	Kadar P daun Leaf P content (%)	Berat kering tanaman (g/tan) Dry matter yield (g/plant)
0	0,147 d	41,6 d
50	0,170 c	61,1 c
100	0,186 ab	70,9 b
150	0,199 a	81,7 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda menurut uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada $p < 0,05$.
Note: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at $p < 0.05$, by Least Significant Different's (LSD) Test.

Tabel 3. Kadar P tanah ($\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{g}$ tanah) yang diekstraksi dengan metode Olsen P, Bray-1 P, dan HCl 25% pada berbagai taraf pemupukan P

Table 3. Soil P concentrations ($\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{g}$ soil) extracted by Olsen P, Bray-1 P, and HCl 25% methods at various rates of P fertilization

Pupuk P P Fertilizer ($\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{g}$)	Olsen-P	Bray-1 P ($\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{g}$)	HCl 25%
0	2,9 C	6,2 D	41,9 C
	c	b	a
50	4,4 C	10,6 C	46,4 BC
	c	b	a
100	8,3 B	21,1 B	56,6 AB
	c	b	a
150	13,5 A	30,3 A	70,2 A

Keterangan: Angka-angka dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf besar yang sama atau dalam baris yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda menurut uji BNT pada $p < 0,05$.

Note: Numbers within the same column followed by the same capital letters or within the same row followed by the same lower case letters are not significantly different at $p < 0.05$, by Least Significant Different's (LSD) Test.

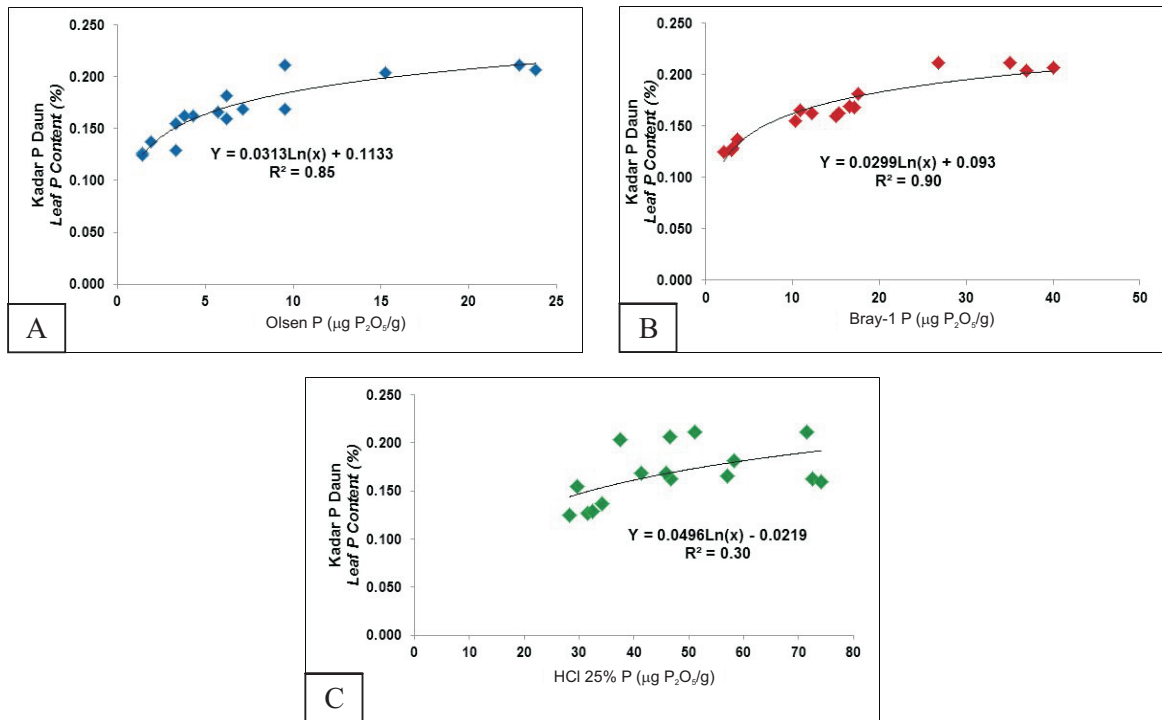
Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pelarut (reagent) HCl 25% memberikan nilai-nilai P tanah tersedia bagi tanaman yang paling tinggi (41,9-70,2 $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{g}$), diikuti oleh pelarut Bray-1 P (6,2-30,3 $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{g}$) dan Olsen-P (2,9-13,5 $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{g}$). Selanjutnya, untuk mengetahui metode uji P tanah yang paling sesuai untuk mengukur P tanah tersedia bagi tanaman jarak pagar, maka pada bagian berikut akan dilakukan uji korelasi antara kadar P daun dan

kadar P tanah. Diharapkan metode uji P tanah tersedia yang sesuai adalah metode yang mengekstrak P tanah tersedia bagi tanaman jarak pagar seperti halnya akar tanaman mengekstrak P dari tanah.

Hubungan Kadar P Daun dan P Tanah

Kadar P daun diregresikan dengan beberapa uji P tanah (Olsen-P, Bray-1 P, dan HCl 25%) (Gambar 1A, 1B, dan 1C). Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa data

tersebut lebih sesuai menurut persamaan logaritmik. Oleh karena itu, hubungan logaritmik digunakan untuk ketiga persamaan regresi tersebut.



Gambar 1. Hubungan antara kadar P tanah yang diekstraksi dengan metode Olsen P (A), Bray-1 P (B), dan HCl 25% (C) dengan kadar P daun jarak pagar pada berbagai taraf pemupukan P

Figure 1. Relationship between soil P concentrations extracted by Olsen-P (A), Bray-1 P (B), and HCl 25% (C) with leaf P contents of physic nut at various rates of P fertilization

Kadar P daun tanaman jarak pagar memiliki hubungan logaritmik yang nyata dengan kadar Olsen-P tanah ($R^2 = 0,85$; $P = 0,0019$) (Gambar 1A), dengan kadar Bray-1 P tanah ($R^2 = 0,90$; $P < 0,0001$) (Gambar 1B), dan kadar HCl-25% P tanah ($R^2 = 0,30$; $P = 0,0366$) (Gambar 1C). Nilai R^2 (koefisien determinasi) untuk hubungan kadar P daun dengan kadar Bray-1 P adalah tertinggi, diikuti oleh nilai dengan Olsen-P dan HCl 25%, yang menunjukkan bahwa uji tanah Bray-1 P lebih baik atau lebih sesuai untuk memprediksi ketersediaan P tanah bagi tanaman jarak pagar dibandingkan kedua metoda uji P tanah lainnya.

Pelarut uji Bray-2 P, yaitu $0,03 \text{ M NH}_4\text{F} + 0,1 \text{ M HCl}$, dapat melarutkan P yang membentuk senyawa kompleks dengan Ca, Fe, and Al (MEHLICH, 1978). Selanjutnya, KADEBA dan BOYLE (1978) yang melakukan studi pada tanah-tanah di bawah hutan tanaman pinus merah (*Pinus resinosa* Ait.) untuk mengevaluasi metode-metode untuk mengestimasi ketersediaan P tanah untuk tanaman pinus merah melaporkan bahwa metoda uji tanah Bray-1 P ($\text{HCl } 0,025 \text{ N} + \text{NH}_4\text{F } 0,03 \text{ N}$) mengekstrak P tersedia dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan metoda uji Truog,

Olsen, $1 \text{ N NH}_4\text{OAc}$, resin, dan H_2O . KADEBA and BOYLE (1978) menjelaskan bahwa hal ini disebabkan oleh adanya asam hidroklorida (HCl) dalam pelarut Bray-1 P yang mampu melarutkan senyawa Ca-P dalam tanah, sedangkan adanya flour (F^+) dapat mengikat Al and Fe sehingga P yang sebelumnya diikat oleh Al dan Fe dalam bentuk senyawa kompleks (Al+Fe-P) dapat dilepas atau terlarut ke dalam larutan tanah. Dengan demikian, tanaman pinus merah tersebut dapat menyerap P dari senyawa Ca-P dan Al+Fe-P. Sejalan dengan hasil-hasil penelitian yang pernah dilaporkan pula terkait reaksi P di tanah masam di daerah tropis (PRASETYO dan SURIADIKARTA, 2006; WRIGHT *et al.*, 2011; OLADIRAN *et al.*, 2012) dan bila dikaitkan dengan hasil percobaan ini yang menunjukkan bahwa metoda Bray-1 P lebih sesuai untuk memprediksi ketersediaan P tanah, maka diduga tanaman jarak pagar yang tumbuh pada tanah-tanah masam di daerah tropis akan lebih dominan menyerap P yang berasal dari senyawa-senyawa kompleks Al-P dan Fe-P.

KESIMPULAN

Kadar P daun dan bobot kering tanaman jarak pagar pada tanah Ultisol Citayam, Bogor meningkat sejalan dengan peningkatan dosis pupuk P yang diberikan pada tanah percobaan yang secara alami memiliki status ketersediaan P yang rendah (Bray-1 P 2,7 µg P/g tanah). Peningkatan dosis pupuk P juga diikuti oleh peningkatan kadar P tanah yang diekstraksi dengan metoda uji Olsen P, Bray-1 P, dan HCl 25%.

Peningkatan kadar P tanah diikuti atau sejalan dengan peningkatan kadar P daun dan kedua nilai-nilai kadar P tersebut mempunyai hubungan yang nyata. Koefisien determinasi yang tertinggi pada persamaan regresi dari nilai-nilai P tanah yang terekstrak oleh metoda Bray-1 P ($R^2 = 0,90$) menggambarkan adanya hubungan yang lebih erat dari dua variabel tersebut dibandingkan dengan metode Olsen P ($R^2 = 0,85$) dan HCl 25% ($R^2 = 0,30$). Selain itu, hasil tersebut juga menunjukkan bahwa metode uji tanah Bray-1 P memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memprediksi ketersediaan P tanah untuk tanaman jarak pagar. Oleh karena itu, dibandingkan metode uji Olsen P -1 P dan HCl 25%, metoda uji tanah Bray-1 P lebih sesuai untuk digunakan dalam mendukung program lanjutan penyusunan rekomendasi pemupukan P untuk tanaman jarak pagar di tanah-tanah Ultisol.

DAFTAR PUSTAKA

- ANDERSON, G. 1980. Assessing Organic Phosphorus in Soils. *Dalam: Khasawneh, F.E., E.C. Sample, and E.J. Kamprath (eds.). The Role of Phosphorus in Agriculture. Wisconsin, USA: American Society of Agronomy.* p. 411-428.
- BALOTA, E.L., O. MACHINESKI, P.V. TRUBER, A. SCHERER, and F.S. de SOUZA. 2011. Physic nut plants present high mycorrhizal dependency under conditions of low phosphate availability. *Braz. Journal of Plant Physiol.* 23(1): 33-44.
- BEHERA, S.K., P. SRIVASTAVA, R. TRIPATHY, J.P. SINGH, and N. SINGH. 2010. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass -A case study. *Biomass Bioenergy.* 34: 30-41.
- BISWAS, P.K., V. POHIT, and R. KUMAR. 2010. Biodiesel from jatropha: Can India meet the 20% blending target?. *Energy Policy.* 38: 1477-1484.
- COLÍN, N.C.A. and G.M.A., JIMÉNEZ. 2009. Distribution and agroclimatic characterization of potential cultivation regions of physic nut in Mexico. *Pesq. Agropec. Bras.* 44(9): 1078-1085.
- CONDON, L. and S. NEWMAN. 2011. Revisiting the fundamentals of phosphorus fractionation of sediments and soil. *J. Soil Sediments.* 11: 830-840.
- COREY, R.B. 1987. Soil Test Procedures: Correlation. *Dalam: J.R. Brown (ed.). Soil Testing: Sampling, Correlation, Calibration, and Interpretation.* SSSA, Madison, WI: SSSA Spec. Publ. 21. p. 15-22.
- DANIELS, M., T. DANIEL, and K. VAN DEVENDER. 2008. Soil Phosphorus Levels: Concerns and Recommendations. The University of Arkansas Cooperative Extension Service. <http://www.uaex.edu>. [diunduh 5 Oktober 2012].
- DO AMARAL, J.F.T., L.D. MARTINS, B.G. LAVIOLA, L.F. CHRISTRO, M.A. TOMAZ, and W.N. RODRIGUES. 2012. A differential response of physic nut genotypes regarding phosphorus absorption and utilization is evidenced by a comprehensive nutrition efficiency analysis. *J. Agric. Sci.* 4(12): 164-173.
- DOBERMANN, A., T. GEORGE, and N. THEVS. 2002. Phosphorus fertilizer effects on soil phosphorus pools in acid upland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 652-660.
- GRANT, C.A., D.N. FLATEN, D.J. TOMASIEWICZ, and S.C. SHEPPARD. 2001. The importance of early season P nutrition. *Can. J. Plant Sci.* 81: 211-224.
- KADEBA, O. and J.R. BOYLE. 1978. Evaluation of phosphorus in forest soils: comparison of phosphorus uptake, extraction method and soil properties. *Plant Soil.* 49: 285-297.
- LIMA, R.L.S., L.S. SEVERINO, H.R. GHEYI, V. SOFIATTI, and N.H.C. ARRIEL. 2011. Phosphorus fertilization on growth and contents of macronutrients in *Jatropha curcas* seedlings. *Rev. Ciênc. Agron.* 42: 950-956.
- MAHARANI, G. 2006. Pertumbuhan vegetatif tanaman jarak (*Jatropha curcas* Linn.) pada berbagai taraf dosis pupuk N dan P (Skripsi). Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. 57 hlm.
- MECHLICH, A. 1978. Influence of fluoride, sulphate, and acidity on extractable phosphorus, calcium, magnesium, and potassium. *Com. Soil Sci. Plant Anal.* 9: 455-476.
- MOONEY, P.A., A. RICHARDSON, and A.R. HARTY. 1991. Citrus nitrogen nutrition – A fundamental approach. N. Z. Kerikeri Horticultural Research Station Citrus Research Seminar. p. 69-88.
- MOSALI, J., D. KEFYALEW, K.T. ROGER, W.F. KYLE, L.M. KENT, W.L. JASON, and W.R. RAUN. 2006. Effect of foliar application of phosphorus on winter wheat grain yield, phosphorus uptake, and use efficiency. *J. Plant Nut.* 29: 2147-2163.
- NORRISH, K. and H. ROSSER. 1983. Mineral Phosphate. *Dalam: J.J. Lenaghan and G. Katsantoni (eds.). Soils: an Australian Viewpoint. Division of Soils, CSIRO, Melbourne/ Academic Press, London.* p. 335-361.
- OLADIRAN, O., F. OLAJIRE, C.A. ROBERT, and I. NNENNA. 2012. Phosphorus response efficiency in cowpea genotypes. *J. Agric. Sci.* 4(1): 81-90.
- OWOLADE, O.F., M.O. AKANDE, B.S. ALABI, and J.A. ADEDIRAN. 2006. Phosphorus level affects brown blotch disease, development, and yield of cowpea. *World J. Agric Sci.* 2: 105-108.

- PELTONEN-SAINIO, P., M. KONTTURI, and J. PELTONEN. 2006. Phosphorus seed coating enhancement on early growth and yield components in oat. *Agron. J.* 98: 206–211.
- PRASETYO, B.H. dan D.A. SURIADIKARTA. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah Ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 25(2): 39-46.
- PRAWITASARI, T. 2005. Teknologi perbanyakan bibit jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) secara konvensional dan kultur jaringan. Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk Biodiesel dan Minyak Bakar. Bogor, 22 Desember 2005. Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi. LPPM-IPB, Bogor. 18 hlm.
- PUSLITBANGBUN. 2006. Petunjuk Teknis Budidaya Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Edisi 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. 35 hlm.
- RADERSMA, S. and P.F. GRIERSON. 2004. Phosphorus mobilization in agroforestry: Organic anions, phosphatase activity, and phosphorus fractions in the rhizosphere. *Plant Soil*. 259: 209-219.
- RIVAIE, A.R., E. KARMAWATI, dan RUSLI. 2007. Posisi contoh daun untuk analisis status fosfor (P) pada bibit jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dan kadar P tersedia pada daerah perakarannya. *Jurnal Littri*. 14(4): 125-130.
- SYERS, J.K., A.E. JOHNSTON, and D. CURTIN. 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* No. 18 . Rome, Italy. 108 p.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1997. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach (3rd eds). New York. McGraw-Hill. 666 p.
- ULRICH, A., D. MALLEY, and V. VOORA. 2009. Peak phosphorus: opportunity in the making why the phosphorus challenge presents a new paradigm for food security and water quality in the Lake Winnipeg Basin. International Institute for Sustainable Development (IISD). Winnipeg, Manitoba, Canada R3B 0Y4. 17 p.
- VANCE, C.P., C. UHDE-STONE, and D.L. ALLAN. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations for securing a non-renewable resource. *New Phytol*. 157: 423-447.
- WRIGHT, S.P., J.B. YAVITT, N. WURZBURGER, B.B. TURNER, E.V.J. TANNER, E.J. SAYER, and L.S. SANTIAGO. 2011. Potassium, phosphorus or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest. *Ecology*. 92(8): 1616-1625.
- ZEIDAN, M.S. 2007. Effect of organic manure and phosphorus fertilizers on growth, yield, and quality of lentil plants in sandy soil. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 3(6): 748-752.